

Article

« Les flux technologiques interindustriels : une analyse exploratoire du potentiel canadien »

Louise Séguin Dulude

L'Actualité économique, vol. 58, n° 3, 1982, p. 259-281.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/601023ar>

DOI: 10.7202/601023ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <http://www.erudit.org/apropos/utilisation.html>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : erudit@umontreal.ca

LES FLUX TECHNOLOGIQUES INTERINDUSTRIELS: UNE ANALYSE EXPLORATOIRE DU POTENTIEL CANADIEN*

I- INTRODUCTION

Les études des sources de la croissance économique et des causes du commerce international ont jusqu'ici considéré l'effort technologique et l'inventivité comme une donnée exogène et ne s'intéressent en fait qu'aux conséquences de cet effort. Les études des déterminants de l'effort technologique qui s'inspirent en général fortement de la théorie de l'organisation industrielle portent une attention beaucoup plus grande aux causes de l'effort technologique des pays, des industries et des firmes.

Dans le contexte canadien, quelques vérifications empiriques qui prennent en compte l'importance de certaines variables pour expliquer l'effort technologique d'un ensemble d'entreprises ou d'industries ont eu lieu¹. Elles cherchent à évaluer si les ventes, les profits, la propriété étrangère, la concentration industrielle, les subventions gouvernementales et les opportunités technologiques sont des déterminants significatifs de la production technologique des industries et des entreprises canadiennes. Elles soulignent souvent le phénomène de l'importation technologique massive des entreprises et des industries canadiennes en provenance de l'étranger, plus particulièrement des États-Unis, et elles analysent le phénomène des transferts technologiques entre les industries canadiennes et étrangères.

Pourtant, ces études qui admettent volontiers l'importance des flux technologiques internationaux dans le contexte canadien, supposent

* Version légèrement modifiée d'un texte présenté au 21^e Congrès de la Société canadienne de science économique, Sherbrooke, 13 mai 1981. Nous avons reçu en 1979-80 une subvention du ministère de l'Éducation du Québec (programme FCAC) qui nous a permis d'entreprendre cette recherche. Nous avons bénéficié du travail efficace de monsieur Khalil Zaccour qui fut assistant de recherche pour cette étude et des commentaires judicieux de messieurs Fernand Amesse et Eckhard Siggel et des lecteurs anonymes. Toutes les erreurs et omissions demeurent toutefois notre entière responsabilité.

1. Mentionnons les études de De Melto, D.P. et al. (1980), Firestone, O.J. (1971), Gilen, D.W. et al. (1980), Globerman, S. (1973), Howe, J.D. et McFetridge, D.G. (1976), Liftwick, H.H. (1969) et Safarian, A.E. (1969).

toujours l'absence de flux technologiques entre les entreprises et les industries à l'intérieur du Canada. Faute de données pertinentes à ce sujet, les études de la réalité technologique canadienne doivent toujours supposer que les innovations technologiques d'une industrie originent de la même industrie et que l'effort technologique (qu'il soit mesuré par l'inventivité, les dépenses de recherche ou le personnel de recherche) effectué par une industrie est le seul à conduire à des innovations utiles à l'industrie.

Grâce aux données compilées par le Bureau des brevets du ministère de la Consommation et des Corporations sur l'ensemble des brevets émis par le gouvernement canadien², il est possible d'analyser l'importance et les déterminants des flux technologiques interindustriels. Nous avons par conséquent voulu étudier ces phénomènes. Nous y avons découvert que certaines industries sont d'importants fournisseurs de technologie à l'ensemble des industries et que d'autres industries sont fortement dépendantes d'un approvisionnement extérieur en technologie.

II- LES FLUX TECHNOLOGIQUES INTERINDUSTRIELS: UNE BRÈVE DESCRIPTION DU PROBLÈME ET DES DONNÉES

Afin d'obtenir une vision du potentiel technologique de l'ensemble de l'économie canadienne par industries de provenance et par industries de destination, nous avons construit un tableau interindustriel des flux technologiques en prenant comme mesure le brevet.

Pour définir l'industrie d'origine d'un brevet et l'industrie d'utilisation d'un brevet, nous avons fait appel aux informations contenues dans la banque PATDAT. Cette banque permet de retracer selon la classification à trois chiffres des activités économiques l'industrie qui est la plus susceptible de manufacturer l'invention définie par le brevet et l'industrie qui est la plus susceptible d'utiliser cette invention³.

Pour mettre en valeur le potentiel des flux technologiques interindustriels, nous avons distingué deux industries du secteur primaire,

2. Nous remercions la direction de Recherche et affaires internationales du ministère de la Consommation et des Corporations pour avoir mis à notre disposition l'ensemble des données de la banque PATDAT pour l'année 1978. Toutefois, les opinions exprimées dans la présente étude sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les opinions du ministère de la Consommation et des Corporations.

3. La banque PATDAT permet d'identifier les trois industries qui par ordre d'importance sont respectivement les plus susceptibles de manufacturer et d'utiliser l'invention définie dans un brevet. Nous n'avons retenu que l'industrie principale manufacturière et utilisatrice d'un brevet comme indicateur de l'origine et de la destination. Les brevets sur procédés de production n'ont pas par définition d'industrie manufacturière et les brevets d'usage général n'ont pas d'industrie utilisatrice spécifique. Ces brevets qui représentent respectivement 14,5 % et 5,4 % des brevets analysés sont classés dans notre matrice sur une ligne ou une colonne spéciale.

vingt-trois industries du secteur manufacturier et quatre industries du secteur tertiaire pour un total de vingt-neuf industries. Ce choix d'industries correspond à la classification en groupes des activités économiques avec certaines agrégations et désagréations en fonction de l'importance connue à la fois de l'effort technologique des industries et de la production de biens et services des industries⁴.

La matrice des flux interindustriels de technologie a été construite à partir de l'ensemble des brevets émis par le Canada en 1978 dont le titulaire unique ou l'un des titulaires est une entreprise⁵. La matrice identifie donc l'importance de chaque industrie en tant qu'utilisateur et fournisseur de technologie pour un total de 18 358 brevets. Ces brevets peuvent avoir un inventeur qui est résident canadien ou résident à l'étranger. Ces brevets peuvent être détenus par une entreprise dont l'adresse d'affaires est au Canada ou dans le reste du monde.

Plusieurs inventions accessibles aux entreprises canadiennes et plusieurs innovations réalisées par des entreprises canadiennes ont pour origine des entreprises résidant à l'étranger puisque de nombreuses entreprises canadiennes ont accès aux transferts internationaux de technologie à l'intérieur des réseaux des entreprises multinationales et par des contrats de licence. Au fort degré de contrôle étranger des industries au Canada est certainement relié un pourcentage élevé d'innovations canadiennes d'origine et d'appartenance étrangères⁶.

Si l'ensemble des brevets émis par le Canada à l'ensemble des entreprises résidant ou non au Canada représente le mieux les possibilités d'innovations au Canada, il faut toutefois souligner que la correspondance entre une matrice des flux technologiques interindustriels construite à partir de données sur les brevets et une matrice équivalente construite à partir de données sur les innovations exige le respect d'hypothèses : l'invariabilité des taux moyens de prises de brevets et de commercialisation des inventions et de l'importance économique des brevets et des innovations selon les industries d'origine et de destination de l'inventivité et selon les pays de résidence de l'inventeur et de l'entreprise

4. L'annexe A présente la liste des industries et donne la description de ces industries en termes de la classification canadienne des activités économiques. Une analyse plus détaillée des flux technologiques interindustriels pourrait nous mener à une redéfinition des groupes d'industries retenus.

5. Les brevets octroyés à des individus et des gouvernements sont exclus parce que les déterminants de l'effort technologique et des transferts technologiques de ces agents économiques peuvent différer sensiblement de ceux des entreprises.

6. Voir à ce sujet l'étude de De Melto, D.P. et al. (1980). Il est également intéressant de consulter l'étude de Bosworth, D.L. (1980) qui souligne le lien significatif entre le nombre de brevets détenus par des entreprises américaines dans cinquante pays et le nombre de filiales américaines dans ces mêmes pays.

titulaire⁷. Sans pouvoir vérifier la validité de ces hypothèses, elles seront souvent adoptées dans notre analyse empirique des déterminants de l'approvisionnement technologique des industries canadiennes et l'exactitude de nos résultats empiriques en dépend dans une large mesure.

III- LES FLUX TECHNOLOGIQUES INTERINDUSTRIELS: UNE BRÈVE DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE

Il est intéressant de mettre en relief les grandes caractéristiques des flux technologiques interindustriels puisqu'elles permettent de nuancer l'image que l'on se fait de la réalité divisée en industries intensives en technologie et en industries faibles en technologie sur la simple base d'une mesure de la quantité de ressources affectées à l'effort technologique à l'intérieur de chaque industrie.

Partant de l'analyse de la matrice des flux technologiques interindustriels construite pour l'ensemble des brevets émis en 1978 à des entreprises par le gouvernement canadien⁸ et présentée à l'annexe B, nous observons que seulement 40 % des inventions brevetées sont susceptibles d'être à la fois manufacturées et utilisées par la même industrie. En fait, 60 % des inventions brevetées ont comme utilisateur une industrie autre que celle qui est susceptible de les manufacturer. Le phénomène des flux interindustriels de technologie n'est donc pas négligeable.

Il y a lieu ici de distinguer :

- Les industries qui sont fortement approvisionnées en technologie par d'autres industries.

Il s'agit d'industries qui dépendent largement d'autres industries par rapport au total des inventions brevetées qu'elles sont susceptibles d'utiliser, $(\sum_{i \neq j} B_{ij} / \sum_i B_{ij})^9$

7. Plusieurs de ces hypothèses doivent être adoptées dans les études de l'inventivité basées sur des données sur les brevets. Dans le contexte canadien, un nombre très restreint d'études apportent des précisions empiriques sur la validité de ces hypothèses. Firestone, O.J. (1971) estime les différences dans les taux de commercialisation des brevets émis par le Canada en 1957, 1960 et 1963 selon le pays de contrôle des entreprises titulaires. De Melto, D.P. et al. (1980) analysent l'association entre l'innovation et le brevet dans le cas de cinq industries canadiennes.

8. Nous excluons pour fins de comparaison les brevets sur procédés de production et les brevets d'usage général qui n'ont soit aucune industrie manufacturière, soit aucune industrie utilisatrice spécifique.

9. Les symboles utilisés sont les suivants : B , le nombre de brevets ; $i = 1 \dots 29$, l'industrie manufacturière du brevet ; $j = 1 \dots 29$, l'industrie utilisatrice du brevet. Pour chacune des industries mentionnées, nous indiquons entre parenthèses la valeur de l'indice défini pour distinguer les trois classes d'industries.

Parmi celles-ci nous ne nous étonnerons pas de retrouver l'ensemble du secteur primaire et du secteur tertiaire :

- l'agriculture, les forêts, la chasse et la pêche (100 %)
- les mines, carrières et puits (100 %)
- la construction (99 %)
- les services publics (100 %)
- les services commerciaux et financiers (100 %)
- les autres services (100 %)

et d'y découvrir des industries manufacturières qui sont définies comme des industries faibles en technologie :

- les produits du pétrole et du charbon (97 %)
- la première transformation des métaux non ferreux (95 %)
- l'imprimerie et l'édition (95 %)
- les pâtes et papiers (95 %)
- le caoutchouc et les matières plastiques (90 %)
- la première transformation des métaux ferreux (90 %)
- les aliments et boissons (88 %)
- les produits pharmaceutiques (86 %)
- le cuir, les textiles, le vêtement et la bonneterie (85 %)
- la fabrication des produits minéraux non métalliques (76 %)
- le tabac (76 %)
- le bois et les meubles (74 %)
- la fabrication de produits métalliques (69 %)
- les industries manufacturières diverses (68 %)
- les autres industries électriques (65 %)

Pourtant des industries traditionnellement classées comme intensives en technologie se retrouvent dans ce groupe.

— Les industries qui ont tendance à s'auto-approvisionner en technologie.

Il s'agit d'industries qui manufacturent dans une large mesure les inventions qu'elles utilisent, $(B_{ij} / \sum_i B_{ij})$.

Parmi celles-ci nous retrouvons :

- les télécommunications (83 %)
- l'équipement de bureau (74 %)
- l'équipement de transport (69 %)
- la machinerie (64 %)
- les instruments scientifiques et professionnels (62 %)
- l'équipement électrique industriel (57 %)
- la fabrication des aéronefs (55 %)
- les produits chimiques (49 %)

— Les grands fournisseurs de technologie.

Il s'agit d'industries qui mettent à la disposition des autres industries un nombre élevé d'inventions qu'elles manufacturent, $(\sum_{j \neq i} B_{ij})$

- l'industrie de la machinerie (2757)
- l'industrie chimique (1593)
- l'industrie de la fabrication de produits métalliques (1009)
- l'industrie des instruments scientifiques et professionnels (762)

Ces quatre industries sont à l'origine de 69 % des transferts interindustriels de technologie observés dans nos données.

L'étude de tels flux technologiques interindustriels a déjà retenu l'attention d'un groupe de chercheurs qui disposaient de données pour un pays autre que le Canada. À partir d'une banque de données sur 1649 innovations (c'est-à-dire des inventions effectivement commercialisées) au Royaume-Uni, de Bresson et Townsend¹⁰ ont démontré qu'un petit nombre d'industries peut être responsable de la dynamique technologique de toute une économie. À notre connaissance, c'est la seule étude existante qui traite des flux technologiques pour un ensemble d'industries nationales¹¹.

Dans un premier temps, nous avons voulu vérifier si les résultats obtenus et les conclusions émises par de Bresson et Townsend pouvaient se retrouver dans les tableaux interindustriels que nous avons construits. De Bresson et Townsend, étant donné le nombre limité de leurs observations, regroupent les industries du Royaume-Uni en huit classes selon une typologie industrielle basée sur les objectifs des entreprises et/ou les caractéristiques de la production. Nous avons donc adopté cette typologie et construit des matrices équivalentes.

Les résultats obtenus diffèrent sensiblement de ceux de de Bresson et Townsend. Dans notre étude, les industries du secteur tertiaire sont plus importantes en tant qu'utilisateurs potentiels d'inventions. L'industrie de la machinerie est plus importante dans l'approvisionnement en technologie. Les industries électriques, chimiques, des télécommunications et des instruments scientifiques et professionnels, qui, chez de Bresson et Townsend, forment le groupe des industries de haute performance qui sont au coeur de la dynamique technologique sont, dans notre étude, moins importantes à titre de fournisseurs d'inventions aux autres industries.

10. De Bresson, C. et Townsend, J. (1978).

11. Von Hippel, E. (1977) s'est intéressé aux flux technologiques d'un secteur spécifique et a étudié le rôle des utilisateurs dans l'invention de la machinerie pour la fabrication de circuits électroniques.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces différences. L'univers considéré dans les deux études est différent. Il y a des différences entre un brevet et une innovation, entre l'industrie la plus susceptible de manifester un brevet et l'industrie de l'entreprise innovatrice. Il y a possiblement des différences dans la structure industrielle et dans la réalité technologique du Canada et de l'Angleterre. De plus, notre étude comprend la totalité des secteurs primaire, secondaire et tertiaire alors que l'échantillon de de Bresson et Townsend couvre 55 % de l'ensemble du secteur manufacturier et du secteur de la construction.

Toutefois, ce qui représente un problème beaucoup plus sérieux, c'est la très grande instabilité des caractéristiques technologiques des industries regroupées dans une même classe que nous observons lorsque nous adoptons le mode de classification de de Bresson et Townsend. Cette grande variabilité des caractéristiques des industries d'une même classe existe tant dans l'utilisation globale d'inventions que dans l'approvisionnement externe en inventions et que dans l'approvisionnement interne en inventions.

Il est possible que l'étude de de Bresson et Townsend présente cette faiblesse puisque l'unique justification des auteurs pour le regroupement utilisé est imprécise¹². Ils ne mentionnent nulle part que les caractéristiques technologiques des industries d'une même classe sont homogènes et ils soulignent même certaines instabilités dans ces caractéristiques¹³.

N'eût été de cette instabilité des caractéristiques technologiques des industries regroupées selon la typologie industrielle utilisée par de Bresson et Townsend, il aurait été particulièrement intéressant d'analyser les flux technologiques pour l'ensemble des inventions d'appartenance canadienne (1108 brevets avec entreprise titulaire canadienne) et pour l'ensemble des brevets d'origine et d'appartenance canadiennes (674 brevets avec inventeur canadien et entreprise titulaire canadienne) puisque ces deux sous-univers de l'inventivité au Canada sont constitués de trop peu d'observations pour être analysés à partir d'une grille de classification en vingt-neuf industries.

La matrice des flux technologiques interindustriels d'origine et d'appartenance canadiennes semble présenter des caractéristiques particulières par rapport à la matrice des flux technologiques de l'ensemble des entreprises qui seraient possiblement liées au degré de contrôle étranger

12. L'unique justification de de Bresson, C. et Townsend, J. (1978) pour la classification adoptée est la suivante: « The latter appeared to be the most appropriate at hand » (p. 50).

13. *Ibid.*, p. 52.

des industries canadiennes et à l'importance des exportations dans les industries canadiennes¹⁴.

Au-delà du fait que les données à notre disposition se prêtent mal à la typologie par trop réductrice utilisée par de Bresson et Townsend, il serait surprenant que l'effort technologique industriel et les transferts technologiques interindustriels s'expliquent par des différences industrielles dans les objectifs des entreprises et dans les caractéristiques de la production. Si la classification des industries, en fonction de ces variables, a permis à de Bresson et Townsend de regrouper les industries, elle ne peut servir à expliquer les différences interindustrielles dans les flux technologiques.

De fait, nombre de travaux antérieurs, et en particulier ceux qui se situent dans la lignée des travaux de Schmookler proposent des modèles susceptibles d'expliquer les caractéristiques des flux technologiques qui semblent fort intéressants et valables. Ces modèles soulignent les différences industrielles dans les opportunités scientifiques (*technology or science push model*) et dans les opportunités de marché (*market or demand pull model*). Ces modèles devraient nous permettre d'expliquer la répartition industrielle des inventions brevetées pour les quatre industries dont la vocation réside principalement dans l'approvisionnement externe en technologie de l'ensemble des industries manufacturières utilisatrices.

Toutefois, avant d'aborder l'analyse des flux technologiques interindustriels, nous proposerons une explication des différences industrielles dans l'auto-approvisionnement technologique.

IV - L'AUTO-APPROVISIONNEMENT EN TECHNOLOGIE: UNE PREMIÈRE TENTATIVE D'EXPLICATION

On a déjà observé que certaines industries dépendent dans une large mesure d'un approvisionnement technologique externe tandis que d'autres industries s'auto-approvisionnent fortement en technologie et que la part des inventions susceptibles d'être manufacturées par une industrie sur le total des inventions susceptibles d'être utilisées par cette même industrie, $(B_{ij} / \sum_i B_{ij})$, varie beaucoup d'une industrie à l'autre.

Quels facteurs peuvent expliquer ces différences industrielles? Dans les industries où la concurrence entre les entreprises et la performance

14. C'est ce qui ressort d'une comparaison des matrices. L'influence positive des domaines d'avantages comparatifs canadiens sur la part des brevets détenus par des résidents canadiens dans l'ensemble des brevets émis par le Canada a d'ailleurs été soulignée par Ellis, E.D. (1981) p. 15. Il serait intéressant d'analyser ces particularités mais il faudra attendre que la banque PATDAT soit disponible pour trois ou quatre années consécutives.

des entreprises sont surtout basées sur le développement technologique et la différenciation des produits, il est logique de penser que les inventions origineront de l'industrie, seront manufacturées par l'industrie et seront utilisées par l'industrie. Les entreprises investiront alors beaucoup dans le développement technologique et voudront contrôler leur avancement technologique afin de s'assurer de leur capacité concurrentielle.

Ainsi, ce que l'on convient d'appeler une industrie de pointe ou une industrie intensive en technologie, devrait être une industrie axée sur la production de nombreux produits nouveaux et différenciés. Une telle industrie devrait tendre à s'auto-approvisionner en technologie puisque c'est là un facteur stratégique de la réussite des entreprises dans de telles industries.

Au contraire, les industries à maturité, où le développement de la technologie et la création de nouveaux produits ne sont qu'un élément de la concurrence parmi d'autres éléments, peuvent dépendre largement d'un approvisionnement externe en inventivité et les entreprises dans ces secteurs peuvent tout de même réaliser leurs objectifs de croissance et de rentabilité.

Perrin¹⁵ qui a étudié le phénomène de la division du travail au sein des entreprises de l'industrie mécanique en France et en Allemagne fédérale ajoute un élément explicatif de la dépendance des industries à maturité vis-à-vis un approvisionnement externe en inventivité. Il souligne qu'au fur et à mesure qu'une entreprise se développe, la fonction d'innovation est d'abord intégrée à la fonction de production, puis elle devient progressivement distincte et dissociée de la fonction de production au sein de l'entreprise et enfin la fonction d'innovation en biens d'équipement, en biens intermédiaires et produits finis se détache de l'entreprise et devient la responsabilité d'entreprises nouvelles spécialisées dans l'approvisionnement de la première entreprise et rattachées à d'autres industries. Perrin soutient que :

« L'activité d'innovation relative à l'outil de production (aux machines)... est progressivement abandonnée par les entreprises de production (sauf pour les entreprises intervenant dans des secteurs de technologie avancée) au profit d'organismes, d'entreprises spécialisées ou des entreprises de construction de matériels ».¹⁶

Ces hypothèses généralisées à l'ensemble des industries signifient que la part des inventions susceptibles d'être manufacturées par l'industrie utilisatrice devrait être d'autant plus grande que l'industrie est intensive en technologie.

15. Perrin, J. (1975 et 1977).

16. Perrin, J. (1977), pp. 99-100.

Dans les études antérieures, l'intensité technologique absolue des industries est souvent définie soit par les dépenses de recherche et de développement effectuées par l'industrie soit par le personnel de recherche et de développement embauché par l'industrie ou enfin soit par le nombre de brevets détenus par les entreprises de l'industrie. De même, l'intensité technologique relative des industries est alors définie par l'une des trois mesures de l'effort technologique absolu pondéré par la valeur ajoutée ou l'emploi des industries.

L'examen des flux technologiques interindustriels permet de douter de l'exactitude de ces mesures de l'intensité technologique des industries. Les inventions susceptibles d'être utilisées par une industrie peuvent originer de la même industrie ou d'une autre. Les inventions découvertes dans une industrie peuvent être utilisées par la même industrie ou par une autre. Les dépenses de recherche et de développement effectuées dans une industrie peuvent conduire à des inventions utiles dans une autre industrie. Il ne faut pas non plus oublier qu'aucune dépense de recherche et de développement n'est nécessaire dans une industrie pour les inventions originant des autres industries et utiles à cette industrie.

Si l'indice d'intensité technologique recherché doit identifier l'avancement technologique accessible à une industrie, le nombre de brevets susceptibles d'être utilisés par une industrie est nettement une mesure plus exacte que les dépenses de recherche et de développement effectuées par l'industrie ou le nombre de brevets détenus par les entreprises de l'industrie.

Nous avons tenté de vérifier empiriquement s'il existe un lien positif entre l'intensité technologique et l'auto-provisionnement en technologie dans les différentes industries canadiennes. L'auto-provisionnement en technologie d'une industrie j est défini par la part des inventions brevetées susceptibles d'être manufacturées par cette industrie dans le total des inventions susceptibles d'être utilisées par cette même industrie, $B_{jj} / \sum_i B_{ij}$. L'intensité technologique absolue d'une industrie j est estimée par le nombre total des inventions brevetées susceptibles d'être utilisées par l'industrie j , $\sum_i B_{ij}$, tandis que l'intensité technologique relative de cette industrie est exprimée en fonction de la valeur ajoutée¹⁷ de l'industrie et est mesurée par $\sum_i B_{ij} / VA_j$.

Les données sur les brevets sont tirées du tableau sur l'ensemble des entreprises. Les données sur la valeur ajoutée en millions de dollars sont

17. Pour témoigner de l'importance des différentes industries, la valeur ajoutée est une mesure nettement préférable à l'emploi parce qu'elle est plus neutre par rapport aux différences d'intensité en facteurs de production des industries et plus sensible aux variations à court terme de la demande. Voir Scherer (1965), p. 1099.

celles de 1975 puisqu'il est probable qu'un délai moyen de trois ans¹⁸ existe au Canada entre la demande d'un brevet et son obtention et que l'indice d'intensité technologique relative veut identifier l'importance des inventions reliées aux différentes industries. À cause d'un manque de données sur la valeur ajoutée dans les secteurs primaire et tertiaire, la vérification empirique porte exclusivement sur les vingt-trois industries du secteur manufacturier.

Afin de vérifier l'hypothèse d'un lien entre l'intensité technologique et l'auto-approvisionnement en technologie dans les industries manufacturières canadiennes, nous avons effectué des régressions par la méthode des moindres carrés ordinaires en spécifiant plusieurs formes de relation:

$$B_{jj} = a_0 + a_1 \sum_i B_{ij} \quad [1-1]$$

$$\log B_{jj} = a_0 + a_1 \log \sum_i B_{ij} \quad [1-2]$$

$$B_{jj} = a_0 + a_1 \sum_i B_{ij} / VA_j \quad [1-3]$$

$$\log B_{jj} = a_0 + a_1 \log (\sum_i B_{ij} / VA_j) \quad [1-4]$$

TABLEAU I

L'AUTO-APPROVISIONNEMENT EN BREVETS DES j INDUSTRIES UTILISATRICES

Équation	Constante	Variable explicative	\bar{R}^2		
			\bar{R}^2	valeurs observées	Test F
[1-1]	-107* (2,15)	0,63** (9,99)	0,82		99,8
[1-2]	-3,80** (2,95)	1,39** (6,48)	0,65	0,83	42,0
[1-3]	69,8 (0,73)	353,8** (2,80)	0,24		7,8
[1-4]	5,70** (15,6)	1,06** (4,66)	0,49	0,23	21,8

NOTES: — Les termes entre parenthèses sont les valeurs de t-student.

— Le nombre d'observations est égal à 23.

— * significatif à 5 %.

— ** significatif à 1 %.

18. Selon des informations obtenues du Bureau des brevets du ministère de la Consommation et des Corporations.

Notre hypothèse formulée (sans modèle précis de comportement des entreprises ou des industries) demeure assez vague : l'autoapprovisionnement en technologie d'une industrie serait d'autant plus important que l'industrie est intensive en technologie, c'est-à-dire que la concurrence dans l'industrie est axée sur l'avancement technologique.

La relation doit-elle être spécifiée sous forme linéaire ou sous forme doublement logarithmique ? Dans les deux cas, la relation est statistiquement significative. Sous forme linéaire, elle indique une forte croissance de la « propension moyenne à l'autoapprovisionnement en technologie » des industries canadiennes en fonction de l'intensité technologique absolue des industries. Sous forme doublement logarithmique, elle indique une « élasticité de l'autoapprovisionnement en technologie » en fonction de l'intensité technologique absolue des industries nettement supérieure à l'unité.

La relation doit-elle être interprétée comme un lien avec l'intensité technologique absolue ou l'intensité technologique relative ? Théoriquement, l'intensité technologique relative veut identifier la nécessité économique de modifier la technologie et de créer des produits nouveaux dans les différentes industries. Tout comme il existe une intensité en capital, en travail et en ressources naturelles dans les industries qui est le résultat de l'état présent de la technologie et des coûts unitaires des intrants, il y a une intensité d'inventivité et d'innovation qui doit indiquer l'importance de l'avancement technologique dans la concurrence que se font les entreprises dans les différentes industries¹⁹. Ainsi, logiquement l'intensité technologique relative doit mieux témoigner de l'importance de la concurrence technologique au sein des différentes industries que l'intensité technologique absolue.

Pourtant, le lien empirique entre l'autoapprovisionnement et les mesures d'intensité technologique semble plus significatif dans le cas de la mesure absolue. Il faut toutefois souligner que l'intensité technologique des industries canadiennes est estimée par le nombre de brevets susceptibles d'être utilisés par les industries dans l'ensemble des brevets émis par le Canada à des entreprises que l'inventeur soit résident canadien ou non et que le titulaire soit une entreprise canadienne ou non. Si le taux de commercialisation des brevets au Canada est différent selon le pays d'origine des inventeurs et/ou selon le pays d'origine des entreprises titulaires, l'intensité technologique relative évaluée en fonction de la valeur ajoutée des industries canadiennes risque de souffrir d'erreurs de mesure variables d'une industrie à l'autre puisque la part des brevets d'origine et d'appartenance étrangères est différente dans les diverses industries canadiennes. Il faudra alors s'assurer de la validité des hypo-

19. Voir à ce sujet, Séguin-Dulude, L. (1975), pp. 84-87.

thèses que nous avons dû retenir ou corriger les données avant d'évaluer l'importance exacte de l'intensité en technologie absolue et relative dans l'explication du phénomène d'auto-approvisionnement en technologie des industries canadiennes.

L'intensité technologique absolue et l'intensité technologique relative peuvent-elles toutes deux avoir une influence distincte sur l'auto-approvisionnement en technologie des différentes industries canadiennes? Un problème sérieux de multicollinéarité entre les deux mesures d'intensité technologique nous empêche d'explorer cet aspect.

En résumé, l'auto-approvisionnement en technologie des industries canadiennes est une fonction croissante de l'intensité technologique des industries. Une part importante de la variance de la diagonale de la matrice des flux technologiques interindustriels qui est représentative des inventions susceptibles d'être à la fois manufacturées et utilisées par la même industrie s'explique par l'importance du facteur technologique (en termes absolus ou relatifs?) comme élément de concurrence au sein des industries canadiennes.

Après avoir tenté d'expliquer l'importance variable au niveau industriel de l'auto-approvisionnement en technologie, nous allons maintenant nous attaquer au phénomène des flux technologiques interindustriels. Si certaines industries sont d'importants fournisseurs en technologie à l'ensemble des industries, la répartition industrielle de leurs inventions est-elle fonction de l'importance de la demande et de la croissance de la demande dans les différentes industries utilisatrices?

V- L'APPROVISIONNEMENT EXTERNE EN TECHNOLOGIE: UNE PREMIÈRE TENTATIVE D'EXPLICATION

Schmookler²⁰ a été un pionnier de l'analyse des déterminants de l'inventivité et sa pensée a eu une influence profonde sur les études ultérieures. Schmookler a proposé une hypothèse explicative de l'activité inventive qu'il a largement documentée et prudemment nuancée. Selon Schmookler, la demande et la croissance de la demande dans les différentes industries déterminent le nombre d'inventions en biens de capitaux destinées à ces industries en tant qu'utilisateurs. Cette hypothèse fut reprise dans de nombreuses études²¹ pour être généralisée: elle ne s'appliquera plus uniquement aux inventions mais également aux innovations; elle ne s'appliquera plus uniquement aux inventions de biens de capitaux mais également aux inventions de produits. Cette hypothèse

20. Schmookler, J. (1966).

21. Mowery, D. et Rosenberg, N. (1979) présentent une synthèse de toutes ces études.

explicative est devenue la théorie des opportunités de marché (*market or demand pull theory*).

Plusieurs auteurs ont souligné que la théorie des opportunités de marché ne représentait qu'un des deux éléments explicatifs de la production technologique. Avec raison, ils prétendent que les réalisations technologiques s'expliquent par le jeu de l'offre et de la demande et qu'elles sont la résultante simultanée des opportunités scientifiques (*technology or science push model*) et des opportunités de marché (*market or demand pull model*).

Rosenberg²² rappelle que le modèle de l'inventivité basée sur les opportunités de marché n'est valable qu'à la condition que l'offre d'inventions soit d'élasticité infinie pour toute industrie à un coût constant et qu'au contraire le modèle de l'inventivité basée sur les opportunités scientifiques n'est valable qu'à la condition que la demande d'inventions soit d'élasticité infinie à un prix constant dans toute industrie. Il en conclut que chaque modèle apporte un élément important dans l'explication de l'inventivité mais qu'aucun modèle ne peut prétendre s'appliquer en toute période, dans tout pays et pour toute industrie.

Freeman soutient à juste titre que :

*« The fascination of invention and innovation lies in the fact that both the marketplace and the frontiers of technology and science are continually changing. This creates a kaleidoscopic succession of new possibilities and combinations... If it were only a question of the market which changed, then innovation would be a much simpler activity than it actually is. »*²³

Grâce aux données que nous avons compilées, il est possible de participer à ce débat sur l'importance des opportunités de marché comme déterminant de l'activité inventive.

La matrice des flux technologiques interindustriels que nous avons construite permet d'identifier l'industrie d'origine et l'industrie d'utilisation pour tout brevet émis en 1978 à des entreprises par le gouvernement canadien. Elle fait ressortir la vocation de quatre industries (la machinerie, les produits chimiques, la fabrication de produits métalliques et les instruments scientifiques et professionnels) dans l'approvisionnement externe en technologie de l'ensemble des industries. Il est donc intéressant de vérifier l'hypothèse de Schmookler dans le cas de ces quatre industries et pour l'ensemble des transferts technologiques interindustriels. Si une industrie est susceptible de manufacturer de nombreuses inventions qui seront utilisées par les autres industries, l'activité inventive de cette industrie devrait se répartir entre les différentes industries utilisatrices en

22. Rosenberg, N. (1974).

23. Freeman, C. (1979), p. 211.

fonction de l'importance de la demande et de la croissance de la demande dans ces industries. Si le coût des inventions est identique pour toute industrie, la rentabilité de la fonction inventive est alors uniquement fonction de l'intensité de la demande.

Puisque l'idée centrale est de cerner l'influence de l'attraction des marchés sur l'effort technologique des industries spécialisées dans l'approvisionnement technologique de l'ensemble de l'économie, l'importance de la demande et sa croissance doivent se manifester avant l'activité de recherche et l'invention. Puisqu'il existe un délai moyen de trois ans entre la demande d'un brevet et son obtention, les variables qui témoignent de l'attrait de la demande doivent être antérieures à 1975. Les données de 1973, 1974 et 1975 sur la valeur ajoutée en millions de dollars, (VA_j), sont tour à tour utilisées pour identifier l'importance de la demande dans les différentes industries. Cependant, puisque les données au niveau de désagrégation exigée n'existent pas antérieurement, les données de 1976 sur l'investissement total, I_j^T , et sur l'investissement en nouvelles machines, I_j^M , doivent être utilisées comme mesure de la croissance de la demande dans les différentes industries et sont exprimées en millions de dollars. À cause d'un manque de données pour les secteurs primaire et tertiaire, l'analyse porte exclusivement sur vingt-trois industries manufacturières.

Afin de vérifier l'influence de la demande et de la croissance de la demande dans les industries utilisatrices des inventions sur la répartition industrielle du nombre d'inventions manufacturées par les industries spécialisées dans l'approvisionnement externe en technologie, nous avons effectué des régressions par la méthode des moindres carrés ordinaires qui reproduisent assez fidèlement les spécifications fonctionnelles retenues par Schmookler :

$$\log B_{ij} = a_0 + a_1 \log VA_j^{75} \quad (\text{pour } j \neq i) \quad [2-1]$$

$$\log B_{ij} = a_0 + a_1 \log VA_j^{74} \quad (\text{pour } j \neq i) \quad [2-2]$$

$$\log B_{ij} = a_0 + a_1 \log VA_j^{73} \quad (\text{pour } j \neq i) \quad [2-3]$$

$$\log B_{ij} = a_0 + a_1 \log I_j^{T76} \quad (\text{pour } j \neq i) \quad [2-4]$$

$$\log B_{ij} = a_0 + a_1 \log I_j^{M76} \quad (\text{pour } j \neq i) \quad [2-5]$$

Puisque nous analysons le rôle de quatre industries i à titre de fournisseurs externes en technologie aux industries utilisatrices j , l'industrie i considérée est toujours exclue des régressions en tant qu'industrie utilisatrice (i.e. $\log B_{ij}$, pour $j \neq i$)²⁴. Nous analysons également l'ensemble du phénomène des transferts technologiques interindustriels :

24. Lorsque la variable explicative est la valeur ajoutée, le nombre d'observations est égal à 22. Toutefois, faute de données pour l'industrie de l'équipement de bureau, lorsque la variable explicative est l'investissement, le nombre d'observations est réduit à 21.

$$\log \sum_i B_{ij} = a_0 + a_1 \log VA_j^{74} \quad [2-6]$$

(pour $i \neq j$)

Malgré que nous n'ayions considéré que les industries qui sont d'importants fournisseurs en innovations à l'ensemble des industries manufacturières et la somme de toutes les industries dans l'approvisionnement externe, le modèle des opportunités de marché ne réussit pas à expliquer la distribution industrielle des flux technologiques.

Toutefois, si le modèle des opportunités de marché a plus de succès dans notre étude pour expliquer l'approvisionnement industriel en tech-

TABLEAU 2
L'APPROVISIONNEMENT EXTERNE EN TECHNOLOGIE DES j INDUSTRIES
UTILISATRICES PAR DIFFÉRENTES INDUSTRIES i

Équation	Constante	Variable explicative	\bar{R}^2	Test F
<i>— par l'industrie de la machinerie</i>				
[2-1]	-4,19** (2,94)	1,12** (5,65)	0,60	32,0
[2-2]	-4,01** (2,94)	1,11** (5,76)	0,61	33,2
[2-3]	-3,53* (2,51)	1,07** (5,25)	0,56	27,6
[2-4]	0,12 (0,17)	0,72** (5,44)	0,59	29,5
[2-5]	0,56 (0,95)	0,76** (5,90)	0,63	34,8
<i>— par l'industrie chimique</i>				
[2-2]	-1,84 (0,71)	0,70* (1,90)	0,11	3,6
<i>— par l'industrie de la fabrication de produits métalliques</i>				
[2-2]	-2,84 (1,19)	0,68* (2,02)	0,13	4,1
<i>— par l'industrie des instruments scientifiques et professionnels</i>				
[2-2]	0,92 (0,46)	0,13 (0,46)	-0,04	0,2
<i>— par l'ensemble des industries à titre de fournisseurs de technologie</i>				
[2-6]	2,18 (1,59)	0,46* (2,39)	0,16	5,7

nologie de l'industrie de la machinerie, il est important de souligner que c'est la vérification empirique qui se rapproche le plus fidèlement possible des travaux de Schmookler. Nous considérons l'ensemble des brevets que peut manufacturer l'industrie de la machinerie et qui peuvent être utilisés par les vingt-deux autres industries manufacturières alors que Schmookler²⁵ analyse l'ensemble des inventions en biens de capitaux et les classe selon vingt et une industries utilisatrices : les différences entre les inventions en biens de capitaux et celles susceptibles d'être manufacturées par l'industrie de la machinerie risquent d'être mineures.

Nos résultats statistiques sont tout de même beaucoup moins significatifs que ceux de Schmookler. Alors que nous réussissons à peine à expliquer 40 % de la variance du nombre d'inventions susceptibles d'être manufacturées par l'industrie de la machinerie et utilisées par l'ensemble des autres industries manufacturières, Schmookler obtient des R^2 supérieurs à 0,90. Si, dans notre étude, l'élasticité du nombre d'inventions fournies par l'industrie de la machinerie est supérieure à l'unité lorsqu'elle est évaluée en fonction de la valeur ajoutée, et, inférieure à l'unité lorsqu'elle est estimée en fonction de l'investissement dans les industries utilisatrices, Schmookler observe des élasticités identiques et de valeur unitaire. Puisque Schmookler tente d'expliquer le nombre de brevets déposés en Angleterre sur une période de trois ans, 1940-42 et 1948-50, il est possible que les flux technologiques de l'industrie canadienne de la machinerie s'expliqueront mieux lorsque les données de PATDAT seront disponibles pour trois ou quatre années consécutives. Il est également possible que l'attrait de la demande internationale ou, au contraire, la protection du marché des importations canadiennes jouent un rôle spécifique dans la répartition industrielle des flux technologiques de l'industrie de la machinerie.

Faut-il en conclure que toutes les nuances adoptées par Schmookler pour énoncer et vérifier la validité du modèle des opportunités de marché sont nécessaires et que ce modèle ne s'applique qu'à l'industrie de la machinerie ? Faut-il sauter à la conclusion que les opportunités scientifiques sont aussi importantes, sinon plus importantes dans l'explication des différences industrielles dans l'approvisionnement en technologie des industries manufacturières canadiennes ? Faut-il soutenir que l'industrie de la machinerie et surtout les industries de la fabrication de produits métalliques, des instruments scientifiques et professionnels et des produits chimiques ont des affinités technologiques avec des industries spécifiques qui leur commandent de privilégier la demande de ces industries ? Si cette dernière explication s'avérait valable, il faudra alors définir des grappes technologiques dans l'ensemble des industries. Dans nos recher-

25. Schmookler, J. (1966), chapitre VII.

ches futures, il faudra donc porter une attention particulière au modèle des opportunités scientifiques²⁶.

VI- CONCLUSION

La construction d'une matrice des flux technologiques interindustriels permet certes de mieux cerner la réalité. Nous pouvons affirmer qu'il existe des différences majeures entre industries selon qu'on les considère comme producteurs de technologie ou comme utilisateurs de technologie. Nombre d'industries bénéficient d'un fort approvisionnement externe en technologie en provenance d'un nombre restreint d'industries.

Nous avons cherché d'abord à explorer des relations susceptibles d'expliquer pourquoi certaines industries tendent à s'auto-alimenter en technologie alors que d'autres comptent essentiellement sur un approvisionnement externe. Nous avons démontré que l'intensité en technologie de l'industrie telle que mesurée par le total des inventions brevetées susceptibles d'être utilisées par cette industrie expliquait fort bien cet auto-alimentation. En fait, l'industrie intensive en technologie est une industrie où la technologie est un facteur essentiel de la concurrence et de la croissance que les diverses entreprises tendent à contrôler. L'auto-alimentation tend à décroître en même temps que l'intensité en technologie de l'industrie.

Nous avons cherché ensuite à expliquer pourquoi un nombre limité d'industries était à la source des flux interindustriels de technologie. En reprenant ici l'explication de Schmookler, nous avons trouvé des résultats significatifs pour l'industrie de la machinerie. Pour les trois autres industries, les résultats soutiennent peu une explication centrée sur l'hypothèse de l'attrait de la demande. Peut-être faut-il moins chercher une explication dans les liens qu'entretient une industrie avec l'ensemble des autres industries que ceux qu'elle pourrait entretenir avec quelques autres industries avec lesquelles elle formerait une grappe industrielle?

Dans nos recherches futures, nous tenterons d'apporter des précisions et des explications aux nombreuses questions que soulève cette analyse exploratoire des flux technologiques interindustriels.

Louise SÉGUIN DULUDE,
École des Hautes Études Commerciales (Montréal)

26. Une seule étude intègre des éléments du modèle des opportunités scientifiques et du modèle des opportunités de marché, mais nous croyons que la définition et la mesure des variables choisies posent certains problèmes. Voir Stoneman, P. (1979).

ANNEXE A

LISTE DES INDUSTRIES ET CORRESPONDANCE AVEC LA
CLASSIFICATION DES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

Industries	CAE
1. Agriculture, forêts, chasse et pêche	001-047
2. Mines, carrières et puits	051-099
3. Aliments et boissons	101-109
4. Tabac	151-153
5. Caoutchouc et matières plastiques	162-165
6. Cuir, textiles, vêtements et bonneterie	172-249
7. Bois et meubles	251-268
8. Pâtes et papiers	271-274
9. Imprimerie et édition	286-289
10. Première transformation des métaux ferreux	291-294
11. Première transformation des métaux non ferreux	295-298
12. Fabrication de produits métalliques	301-309
13. Machinerie	311-316
14. Équipement de bureau	318
15. Avions	321
16. Autres équipements de transport	323-329
17. Télécommunications	335
18. Équipement électrique industriel	336
19. Autres industries électriques	331-334, 338, 339
20. Fabrication de produits minéraux non métalliques	351-359
21. Fabrication de produits du pétrole et du charbon	365-369
22. Chimie	372, 373, 375-379
23. Pharmacie	374
24. Instruments scientifiques et professionnels	391
25. Industries manufacturières diverses	392-399
26. Construction	404-421
27. Services publics	501-579
28. Commerce et finances	602-737
29. Autres services	801-991

ANNEXE B

LES FLUX TECHNOLOGIQUES INTERINDUSTRIELS: ENSEMBLE DES BREVETS
ÉMIS À DES ENTREPRISES PAR LE GOUVERNEMENT CANADIEN EN 1978

Le nombre de brevets (B) par industrie manufacturière, i (les lignes, $i = 0 \dots 29$; 0 pour les brevets sur procédés de production; 1 à 29 pour les industries manufacturières de brevets définies à l'annexe A) et par industrie utilisatrice, j (les colonnes, $j = 0 \dots 29$; 0 pour les brevets d'usage général; 1 à 29 pour les industries utilisatrices de brevets).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	1	23	177	105	6	155	125	10	51	10	65	103	129	20	7
1															
2		1									1				
3	47	25		46											
4	2				15										
5	117	6		14		63	9	5	3	1	1		9	19	1
6	69	3		2	1	4	89	1	4	1			1	1	
7	36							35							
8	42	2		14	2	1	4	1	14	1				1	
9	1									5					
10	1		5				1		1		23	1	18	3	
11			1					1		1	1	12	15	7	
12	129	15	12	8	1	18	9	14			17	23	234	241	3
13	52	196	233	158	34	195	206	44	136	44	108	83	178	1080	12
14	10	3		1		1		1		5			1	7	277
15														2	
16	2		5			1								5	
17	9	1	3			1		2	1	2			19	112	47
18	4	1	1		1	2					1	3	6	37	2
19	151		1	4						1		2	3	20	2
20	5	1	2	2			3				3	2	5	10	1
21			1											2	
22	142	71	18	50	1	217	101	14	39	11	11	15	125	29	
23	4	26		3											
24	48	10	27	4	1	3	4	3	8	7	4	4	10	55	17
25	124	5	2				40		1	4		1	5	30	8
26		3													
27															
28															
29															
TOTAL	996	392	488	411	62	661	591	131	258	93	235	249	758	1681	377

ANNEXE B (suite)

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	TOTAL
	13	77	16	54	67	139	875	215	15	21	20	81		72	2652
															0
							2								4
							1						1	2	122
															17
1	51	2	1	14	4	1	7	2	4	4	38	39	14	25	455
1	12	2					3		2	2	3	3		11	215
				2			1		1	1	9	1	21	33	140
		1		1	1		3			2	8	42	5	11	156
	1						1			1		1	3	3	16
1	4	1	1	4			1			1	12	11			89
1	3	5	1	13						1	1			3	66
8	68	5	5	13	22	6	11			5	332	115	15	43	1372
3	78	25	13	62	83	45	123	3	12	24	228	287	83	61	3889
1	1	3							5	1		9	13	51	390
45												1		1	49
	759										4	54		5	835
7	33	1231	12	151			3		50	8	9	222	4	36	1963
1	14	14	225	9	1		4		1	1	125	69	5	22	549
1	15	31	109	197			5		3	2	79	14	6	44	690
	1	5		3	62				3	2	30	1	1		142
	1				1	6	3			1	2	1			18
3	16	26	3	32	16	39	1019	542	72	23	14	12	1	92	2754
							4	121					1	163	322
7	26	57	9	14	2	1	8	5	275	3	27	34	7	405	1085
2	3	4	2		2	2	1		4	48	6	5	2	57	358
											6			1	10
															0
															0
															0
82	1099	1489	397	569	261	239	2075	888	447	151	953	1002	182	1141	18358

BIBLIOGRAPHIE

- BOSWORTH, D.L. (1980), « The Transfer of U.S. Technology Abroad », *Research Policy*, vol. 9, pp. 378-388.
- CORDELL, A.J. (1971), *Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger et politique des sciences du Canada*, Étude de documentation pour le Conseil des sciences du Canada, étude spéciale n° 22, Information Canada, Ottawa, décembre.
- DE BRESSON, C. (1980), *The Direct Measurement of Innovation*, texte présenté à Science and Technology Indicators Conference, OCDE, Paris, 15-19 septembre.
- DE BRESSON, C. et TOWNSEND, J. (1978), « Notes on the Inter-Industrial Flow of Technology in Post-War Britain », *Research Policy*, vol. 7, pp. 48-60.
- DE MELTO, D.P., McMULLEN, K.E. et WILLS, R.M. (1980), *Preliminary Report: Innovation and Technological Change in Five Canadian Industries*, Discussion Paper n° 176, Conseil Économique du Canada, octobre.
- ELLIS, E.D. (1981), « Canadian Patent Data Base, the Philosophy, Construction and Uses of the Canadian Patent Data Base PATDAT », *World Patent Information*, vol. 3, n° 1, pp. 13-18.
- ELLIS, E.D. (1980), *Canadian Patent Data Base: Construction and Applications*, texte présenté à Science and Technology Indicators Conference, OCDE, Paris, 15-19 septembre.
- FIRESTONE, O.J. (1971), *Economic Implications of Patents*, University of Ottawa Press, Ottawa.
- FREEMAN, C. (1979), « The Determinants of Innovation, Market Demand, Technology, and the Response to Social Problems », *Futures*, juin, pp. 206-215.
- GILLEN, D.W., JENKINS, A.W. et RIDDELL, W.C. (1980), *The Propensity to Patent and the Major Beneficiaries of the Canadian Patent System*, rapport n° 4, Models of Patenting Activity and General Theoretical Considerations et rapport n° 5, A Statistical Appendix, publication prochaine du ministère de la Consommation et des Corporations, Ottawa.
- GLOBERMAN, S. (1973), « Market Structure and Rand D in Canadian Manufacturing Industries », *Quarterly Review of Economics and Business*, vol. 13, n° 2, pp. 59-67.
- GRILICHES, Z. et SCHMOOKLER, J. (1963), « Inventing and Maximizing », *American Economic Review*, vol. 53, septembre, pp. 725-729.
- HOWE, J.D. et McFETRIDGE, D.G. (1976), « The Determinants of Rand D Expenditures », *Canadian Journal of Economics*, vol. 9, n° 1, février, pp. 57-71.
- LITHWICK, H.H. (1969), *Canada's Science Policy and the Economy*, Methuen Publications, Londres.
- MOWERY, D. et ROSENBERG, N. (1979), « The Influence of Market Demand upon Innovation: a Critical Review of Some Recent Empirical Studies », *Research Policy*, vol. 8, pp. 102-153.
- PERRIN, J. (1975), *Comparaisons des industries de biens d'équipement mécaniques de la France et de l'Allemagne fédérale et l'engineering*, tome I, L'engineering: une méthode d'analyse des industries de biens d'équipement, Institut de recherche économique et de planification, Université des Sciences Sociales de Grenoble, octobre.
- PERRIN, J. (1977), « Industries mécaniques et les services d'engineering en France et en R.F.A. », *Revue d'économie industrielle*, n° 2, 4^e trimestre, pp. 90-108.

- ROSENBERG, N. (1974), « Science, Invention and Economic Growth », *The Economic Journal*, vol. 84, mars, pp. 90-108.
- SAFARIAN, A.E. (1969), *The Performance of Foreign-Owned Firms in Canada*, Canadian-American Committee, Montréal.
- SCHERER, F.M. (1965), « Firm Size, Market Structure, Opportunity and the Output of Patented Inventions », *American Economic Review*, vol. 55, décembre, pp. 1107-1125.
- SCHMOOKLER, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press.
- SÉGUIN-DULUDE, L. (1975), *Analyse de la structure et de l'évolution des exportations de pays industrialisés: 1963-1969*, thèse de doctorat, Université de Montréal.
- STONEMAN, P. (1979), « Patenting Activity: A Re-Evaluation of the Influence of Demand Pressures », *The Journal of Industrial Economics*, vol. 27, n° 4, juin, pp. 385-401.
- VON HIPPEL, E. (1977), « Transferring Process Equipment Innovations from User-Innovators to Equipment Manufacturing Firms », *Rand D Management*, vol. 8, n° 1, pp. 13-22.